

SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

Patent Number: JP9205589

Publication date: 1997-08-05

Inventor(s): HARADA KOICHI

Applicant(s): SONY CORP

Requested Patent: JP9205589

Application Number: JP19960011485 19960126

Priority Number(s):

IPC Classification: H04N5/335; H01L27/148

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup device in which the dynamic range is expanded without generating fixed pattern noise resulting from unevenness of saturated charge amounts Q_s of each picture element.

SOLUTION: Each light receiving section 1 is divided into two light receiving areas 12a, 12b whose sensitivity differs from each other, among signal charges read from the two light receiving areas 12a, 12b of each light receiving section 1, signal charges of the light receiving areas with the same sensitivity in adjacent light receiving sections are mixed in vertical transfer registers 2-1-2-a and the mixed charges are transferred vertically and the signal charges in the light receiving areas with different sensitivity are transferred separately horizontally while being distributed to two horizontal transfer registers 3, 4 by a distribution transfer gate 5, the charges are converted into a signal voltage by charge detection sections 6, 7 and the converted voltage is fed to an external signal processing circuit 30, in which the signal with higher sensitivity is clipped and the resulting signal is added to a signal at a lower sensitivity to obtain a video signal output.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-205589

(43)公開日 平成9年(1997)8月5日

(51) Int.Cl.⁶
 H 04 N 5/335
 H 01 L 27/148

識別記号

府内整理番号

F I
 H 04 N 5/335
 H 01 L 27/14

技術表示箇所
 P
 B

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平8-11485

(22)出願日 平成8年(1996)1月26日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 原田 耕一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

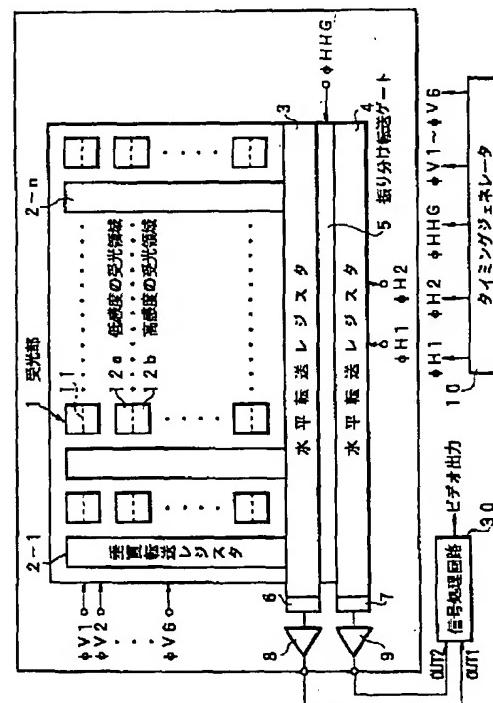
(74)代理人 弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】 固体撮像装置

(57)【要約】

【課題】 各画素の飽和電荷量 Q_s のムラが大きいことによって画像に固定パターンノイズが発生していた。

【解決手段】 各受光部1を感度が異なる2つの受光領域12a, 12bに分割し、各受光部1ごとに2つの受光領域12a, 12bの各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を垂直転送レジスタ2-1~2-n内で混合して垂直転送し、かつ感度の異なる受光領域の信号電荷を振り分け転送ゲート5によって2本の水平転送レジスタ3, 4に振り分けて別々に水平転送するとともに、電荷検出部6, 7で信号電圧に変換して外部の信号処理回路30に供給し、この信号処理回路30において、高感度側の信号をクリップした後低感度側の信号と加算してビデオ出力信号とする。



本発明の一実施形態を示す概略構成図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャネルトップ領域によって少なくとも2分割されかつ各々独立に開口を持つとともに各々の感度が異なる複数の受光領域からなり、マトリクス状に2次元配置された複数個の受光部と、前記複数個の受光部の垂直列ごとに配されかつ各受光部ごとに前記複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を混合して垂直転送する複数本の垂直転送レジスタと、前記複数本の垂直転送レジスタによって順に転送される感度の異なる受光領域の信号電荷を別々に受けて水平転送する複数本の水平転送レジスタと、前記複数本の水平転送レジスタによって転送された信号電荷を検出して電気信号に変換する複数の電荷検出部と、前記複数の電荷検出部の各出力信号のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷に基づく出力信号をクリップし、このクリップした信号と他の感度の受光領域の信号電荷に基づく出力信号とを加算して出力する信号処理回路とを備えたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 チャネルトップ領域によって少なくとも2分割されかつ各々独立に開口を持つとともに各々の感度が異なる複数の受光領域からなり、マトリクス状に2次元配置された複数個の受光部と、

前記複数個の受光部の垂直列ごとに配されかつ各受光部ごとに前記複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を混合して垂直転送する複数本の垂直転送レジスタと、

前記複数本の垂直転送レジスタによって順に転送される感度の異なる受光領域の信号電荷を別々に受けて水平転送する複数本の水平転送レジスタと、

前記複数本の水平転送レジスタによって転送された信号電荷のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷をクリップし、このクリップした信号電荷と他の感度の受光領域の信号電荷とを混合して出力する出力部とを備えたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】 前記出力部は、前記複数本の水平転送レジスタによって転送された信号電荷のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷をクリップする单一のリミッタと、前記リミッタでクリップされた信号電荷と他の感度の受光領域の信号電荷とを混合し、これを電気信号に変換する单一の電荷検出部とからなることを特徴とする請求項2記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体撮像装置に関し、特に光入力に対するダイナミックレンジが広いわ

ゆる広ダイナミックレンジCCD(Charge Coupled Device)固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 CCD固体撮像装置では、マトリクス状に2次元配置された各画素(受光部)において光電変換されかつ蓄積された信号電荷が画素から溢れた後は、この信号電荷に基づく信号出力が一定となるため、画素の飽和レベル以上の入射光量に対応する信号出力が得られなく、したがって光入力に対するダイナミックレンジが狭い。

【0003】 このダイナミックレンジを拡大するためには、図18に示すように、感度の異なる2種類の画素、例えば高感度画素101と低感度画素102とを垂直方向にて隣接して交互に配置し、高感度画素101の信号電荷については画素内でリミッタを掛けてから垂直転送レジスタ103に読み出し、当該レジスタ103内で高感度画素101の信号電荷と低感度画素102の信号電荷とを混合した後垂直転送し、さらに水平転送レジスタ104にて水平転送して電荷検出部105に供給し、ここで電気信号に変換した後バッファ106を介して出力するようにした構成の固体撮像装置がある(例えば、特開平3-117281号公報参照)。

【0004】かかるCCD固体撮像装置においては、入射光量がある一定量以上になると、高感度画素101の信号電荷にリミッタが掛かるため、この高感度画素101の信号電荷と低感度画素102の信号電荷とを混合することで、図19に示すところの折れ線近似の入出力特性が得られ、これによって広ダイナミックレンジ化が実現される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、高感度画素101において、各画素ごとにリミッタを掛けるようにした上記構成の従来のCCD固体撮像装置では、現実には、画素ごとにオーバーフロー特性がばらつき、各画素の飽和電荷量Qsのムラが大きいため、図20に示すように、折れ線近似の入出力特性にオフセットが生じる。したがって、高感度画素101が飽和するような入射光量の場合、各画素の飽和電荷量Qsのムラが大きいことによって画像に固定パターンノイズ(固定パターンのムラ)が発生するという問題があった。

【0006】そこで、本発明は、各画素の飽和電荷量Qsのムラに起因する固定パターンノイズを発生することなく、ダイナミックレンジの拡大を可能とした固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による固体撮像装置は、チャネルトップ領域によって少なくとも2分割されかつ各々独立に開口を持つとともに各々の感度が異なる複数の受光領域からなり、マトリクス状に2次元配置された複数個の受光部と、この複数個の受光部の垂直

列ごとに配されかつ各受光部ごとに複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を混合して垂直転送する複数本の垂直転送レジスタと、この複数本の垂直転送レジスタによって順に転送される感度の異なる受光領域の信号電荷を別々に受けて水平転送する複数本の水平転送レジスタと、この複数本の水平転送レジスタによって転送された信号電荷を検出して電気信号に変換する複数の電荷検出部と、この複数の電荷検出部の各出力信号のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷に基づく出力信号をクリップし、このクリップした信号と他の感度の受光領域の信号電荷に基づく出力信号とを加算して出力する信号処理回路とを備えた構成となっている。

【0008】上記構成の固体撮像装置において、各受光部の複数の受光領域の感度が各々異なることで、同じ入射光に対して各受光領域で光電変換される電荷量が異なる。これらの受光部からは、各受光部ごとに複数の受光領域の各々の信号電荷が垂直転送レジスタに読み出される。この読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士が垂直転送レジスタ内で混合された後垂直転送され、さらに複数本の水平転送レジスタに感度の異なる受光領域に対応して振り分けられて別々に水平転送され、電荷検出部で電気信号に変換される。そして、信号処理回路では、電荷検出部の各出力信号のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷に基づく出力信号がクリップされ、かかる後他の感度の受光領域の信号電荷に基づく出力信号と加算される。

【0009】本発明による他の固体撮像装置は、チャネルトップ領域によって少なくとも2分割されかつ各々独立に開口を持つとともに各々の感度が異なる複数の受光領域からなり、マトリクス状に2次元配置された複数個の受光部と、この複数個の受光部の垂直列ごとに配されかつ各受光部ごとに複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を混合して垂直転送する複数本の垂直転送レジスタと、この複数本の垂直転送レジスタによって順に転送される感度の異なる受光領域の信号電荷を別々に受けて水平転送する複数本の水平転送レジスタと、この複数本の水平転送レジスタによって転送された信号電荷のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷をクリップし、このクリップした信号電荷と他の感度の受光領域の信号電荷とを混合して出力する出力部とを備えた構成となっている。

【0010】上記構成の他の固体撮像装置において、先の固体撮像装置の場合と同様に、各受光部ごとに複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士が垂直転送レジスタ内で混合された後垂直転送され、さらに複

数本の水平転送レジスタに感度の異なる受光領域に対応して振り分けられて別々に水平転送される。そして、出力部では、水平転送された信号電荷のうち、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷がクリップされ、かかる後他の感度の受光領域の信号電荷とを混合される。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態を示す概略構成図である。図1において、入射光をその光量に応じた電荷量の信号電荷に変換しがつ蓄積する複数個の受光部（画素）1がマトリクス状に2次元配置されている。これらの受光部1は、チャネルトップ領域1-1によって例えば2分割された2つの受光領域1-2a, 1-2bによって構成されている。

【0012】この2つの受光領域1-2a, 1-2bには、図2に示すように、入射光を取り込むための開口1-3a, 1-3bが独立に設けられている。開口1-3a, 1-3bの各開口面積S-a, S-bは互いに異なり、例えばS-a < S-bとなるように設定されている。これにより、開口面積の大きい受光領域1-2bの方が、同じ入射光に対して取り込む光量が多くなるため、受光領域1-2bの方が受光領域1-2aよりも感度が高くなる。また、高感度側の受光領域1-2bの上にのみオンチップレンズ1-4を配することで、感度差はさらに大きなものとなる。

【0013】なお、本例では、2つの受光領域1-2a, 1-2bの感度を異ならせるために、開口1-3a, 1-3bの各開口面積S-a, S-bを異ならせ、さらに感度の高い方にのみオンチップレンズ1-4を配する構成としたが、開口面積S-a, S-bを異ならせるだけ、あるいは一方にのみオンチップレンズ1-4を配するだけでも、2つの受光領域1-2a, 1-2b間に感度差を持たせることは可能である。さらに、2つの受光領域1-2a, 1-2bの上に色フィルタを配し、各色フィルタの透過率を異ならせたり、2つの受光領域1-2a, 1-2bの上の積層膜の膜厚を変えて透過率を異ならせるなどによっても、2つの受光領域1-2a, 1-2bに感度差を持たせることが可能である。

【0014】上記構成の各受光部1に対し、その垂直列ごとにn本の垂直転送レジスタ2-1～2-nが配されている。垂直転送レジスタ2-1～2-nの平面パターンを図3に、そのX-X'線断面を図4にそれぞれ示す。図3および図4において、転送チャネル2-1に沿ってチャネルトップ領域2-2が形成されている。また、転送チャネル2-1の上方には、ゲート絶縁膜(SiO₂)2-3を介して第1層、第2層、第3層のポリシリコン(1Poly, 2Poly, 3Poly)からなる転送電極2-4, 2-5, 2-6が、転送電極2-4→転送電極2-6→転送電極2-5の順で転送方向に繰り返して配置されている。

【0015】上記構成の垂直転送レジスタ2-1～2-n



は、例えば6相の垂直転送クロック $\phi V_1 \sim \phi V_6$ によって駆動される。この6相の垂直転送クロック $\phi V_1 \sim \phi V_6$ は、1個の受光部1に対応して設けられた3個の転送電極24, 26, 25について、垂直転送方向において隣り合う2画素分を対とし、この6個の転送電極を1単位として与えられる。

【0016】すなわち、一方の受光部1に対応する第1層の転送電極24には1相目の垂直転送クロック ϕV_1 が、第3層の転送電極26には2相目の垂直転送クロック ϕV_2 が、第2層の転送電極25には3相目の垂直転送クロック ϕV_3 がそれぞれ印加され、他方の受光部1に対応する第1層の転送電極24には4相目の垂直転送クロック ϕV_4 が、第3層の転送電極26には5相目の垂直転送クロック ϕV_5 が、第2層の転送電極25には6相目の垂直転送クロック ϕV_6 がそれぞれ印加される。この垂直転送クロック $\phi V_1 \sim \phi V_6$ は3値レベルをとり、これによって3つの転送電極24, 25, 26のいずれの電極でも信号電荷を読み出せるようになっている。

【0017】この垂直転送レジスタ2-1～2-nにおいて、各受光部1ごとに2つの受光領域12a, 12bの各々から順に読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士が混合される。このとき、感度の異なる受光領域の各信号電荷は、垂直転送レジスタ2-1～2-n内に交互に配置される。そして、垂直転送レジスタ2-1～2-nは、混合した各信号電荷を水平プランギング期間の一部において順にシフトしつつ垂直方向に転送する。この信号電荷の読み出し、混合および垂直転送の具体的な動作については、後で詳細に説明する。

【0018】垂直転送レジスタ2-1～2-nの転送方向の前方には、感度の異なる2つの受光領域12a, 12bに対応して2本の水平転送レジスタ3, 4が配されている。この2本の水平転送レジスタ3, 4は、2相の水平転送クロック ϕH_1 , ϕH_2 によって駆動され、垂直転送レジスタ2-1～2-nから順に転送される感度の異なる受光領域の1ライン分の信号電荷を別々に受け、水平プランギング期間の後の水平走査期間において順次水平方向に転送する。

【0019】例えば、垂直転送レジスタ2-1～2-n側の水平転送レジスタ3は、隣り合う受光部1の低感度の受光領域12aの信号電荷同士を混合して得られる2画素分の信号電荷を順に転送し、もう一方の水平転送レジスタ4は、隣り合う受光部1の高感度の受光領域12bの信号電荷同士を混合して得られる2画素分の信号電荷を順に転送する。この2本の水平転送レジスタ3, 4に対する信号電荷の振り分けは、両水平転送レジスタ3, 4間に配された振り分け転送ゲート5によって行われる。

【0020】すなわち、図5に示すように、垂直転送レジスタ2-1～2-nから一方の水平転送レジスタ3に転送

された信号電荷は、振り分け転送ゲート5によって制御されるチャネル領域51を通じて他方の水平転送レジスタ4に移される構造となっている。振り分け転送ゲート5は、振り分けゲートパルス ϕH_{HG} によって開閉制御される。なお、チャネル領域51の両側にはチャネルレストップ部52が形成され、それに対応する水平転送レジスタ3から水平転送レジスタ4への電荷転送を阻止している。

【0021】具体的には、図5において、低感度の受光領域12aについての信号電荷を○印で示し、高感度の受光領域12bについての信号電荷を●印で示した場合、信号電荷○は垂直転送レジスタ2-1～2-nから水平転送レジスタ3に移されると、そのまま水平転送レジスタ3において水平転送される。一方、信号電荷●は垂直転送レジスタ2-1～2-nから水平転送レジスタ3に移されると、さらに振り分け転送ゲート5によってチャネル領域51を介して水平転送レジスタ4に移され、そのまま水平転送レジスタ4において水平転送される。

【0022】水平転送レジスタ3, 4の転送先の端部にはそれぞれ、例えばフローティング・ディフェュージョン・アンプ構成の電荷検出部6, 7が設けられている。この電荷検出部6, 7は、水平転送レジスタ3, 4によって水平転送された信号電荷を検出して信号電圧に変換する。この2つの信号電圧は、バッファ8, 9を介して信号出力OUT1, OUT2として外部へ出力される。なお、6相の垂直転送クロック $\phi V_1 \sim \phi V_6$ 、2相の水平転送クロック ϕH_1 , ϕH_2 および振り分けゲートパルス ϕH_{HG} などの各種のタイミング信号は、タイミングジェネレータ10で生成される。

【0023】2つの信号出力OUT1, OUT2のうち、信号出力OUT1は低感度の受光領域12aの信号電荷に基づく信号電圧であり、信号出力OUT2は高感度の受光領域12bの信号電荷に基づく信号電圧である。この信号出力OUT1, OUT2は外部の信号処理回路30に供給される。この信号処理回路30の具体的な回路構成の一例を図6に示す。

【0024】図6において、信号出力OUT1はサンプルホールド(S/H)回路31でサンプルホールドされた後、スライス回路32において所定のスライスレベルE1でスライスされる。このスライス回路32の出力信号は、ビデオアンプ33で増幅されて加算器34の一方の入力となる。また、信号出力OUT2はサンプルホールド回路35でサンプルホールドされ、クリップ回路36で所定のクリップレベルE2にクリップされた後、加算器34の他方の入力となる。加算器34は両入力信号を加算してビデオ出力信号とする。図7に、入射光量に対するビデオ出力信号の特性を示す。

【0025】上述したように、高感度の受光領域12bの信号電荷に基づく出力信号を所定のクリップレベルE2にクリップした後、所定のスライスレベルE1でスラ



イスされかつビデオアンプ33で増幅された低感度の受光領域12aの信号電荷に基づく出力信号と加算し、ビデオ出力として導出するようにしたことにより、高感度の受光領域12bの信号電荷に基づく出力信号に対して共通のクリップレベルE2でクリップが掛けられるため、画素間の特性バラツキに起因して画像に固定パターンのムラが発生するのを抑制できる。

【0026】なお、画素の配列構成において、各受光部1を2つに分割し、低感度の受光領域12aと高感度の受光領域12bとを垂直転送方向において交互に配置した構成の本実施形態に係るCCD固体撮像装置は、図18に示したように、高感度画素101と低感度画素102とを垂直転送方向において交互に配置した構成の従来のCCD固体撮像装置と概念的には同じである。ところが、本実施形態においては、1つの受光部(画素)1をチャネルトップ領域11で分割した構成を1つの特長としている。

【0027】このように、1つの受光部1をチャネルトップ領域11で分割し、低感度の受光領域12aと高感度の受光領域12bとを垂直転送方向において交互に配置した構成を探ることにより、画素の微細加工が可能となる。これにより、CCD固体撮像装置の多画素化および小型化が図れる。

【0028】また、垂直転送方向で隣り合う2画素(受光部)間において同じ感度を有する受光領域の信号電荷同士を混合するようにしたことにより、垂直方向の解像度が半分に低下するものの、従来のフィールド読み出しおよびフレーム読み出しを実現できることになる。

【0029】以下、2つの受光領域12a、12bからの信号電荷の読み出し、混合および垂直転送の具体的な動作につき、フィールド読み出しとフレーム読み出しとに場合分けして説明する。なお、図3に示す垂直転送レジスタ2-1～2-nにおいて、6相の垂直転送クロックφV1～φV6は、先述したように3値レベルをとる。すなわち、高レベル(以下、“H”レベルと記す)、中間レベル(以下、“M”レベルと記す)、低レベル(以下、“L”レベルと記す)の3値をとり、これによって3つの転送電極24、25、26のいずれの電極でも信号電荷の読み出しが可能な構成となっている。

【0030】先ず、フィールド読み出しの場合の奇数フィールドの動作について、図8のタイミングチャートを参照し、図9の動作説明図に基づいて説明する。先ず、垂直プランギング期間において、垂直転送クロックφV3、φV6が“H”レベルになると、隣り合う2画素の各々において第2層の転送電極25の下のポテンシャルが深くなるため、高感度の受光領域12bに蓄積された信号電荷(図中、○印で示し、以下同様とする)が転送電極25の下に読み出される(t=t1)。このとき、垂直転送クロックφV1、φV2、φV4およびφV5が共に“L”レベルにある。

【0031】その後、垂直転送クロックφV3、φV4およびφV5が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV3が“H”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV4が垂直転送クロックφV3の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。続いて、垂直転送クロックφV5が垂直転送クロックφV4の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0032】このように、垂直転送クロックφV3、φV4およびφV5が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することにより、垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV6が継続して“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV5が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点(t=t2)で、垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下から転送された信号電荷が、垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下に移され、よって隣り合う2画素間において高感度側の信号電荷同士が混合される。

【0033】次に、垂直転送クロックφV2およびφV4が“H”レベルになると、2画素の一方の第3層の転送電極26および他方の第1層の転送電極24の下のポテンシャルが深くなるため、低感度の受光領域12aに蓄積された信号電荷(図中、×印で示し、以下同様とする)が転送電極26、24の下に読み出される(t=t3)。このとき、垂直転送クロックφV1、φV3およびφV5が共に“L”レベルにあり、垂直転送クロックφV6が“M”レベルにある。

【0034】その後、垂直転送クロックφV2およびφV3が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV2が“H”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV3が垂直転送クロックφV2の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0035】このように、垂直転送クロックφV2およびφV3が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することにより、垂直転送クロックφV2が印加された転送電極26の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV4が継続して“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV3が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点(t=t4)で、垂直転送クロックφV2が印加された転送電極26の下から転送された信号電荷が、垂直転送クロックφV4が印加された転送電極24の下に移され、よって隣り合う

2画素間において低感度側の信号電荷同士が混合される。

【0036】この状態では、垂直方向において隣り合う2画素間で混合された同じ感度の受光領域同士の信号電荷、即ち高感度側の信号電荷○と低感度側の信号電荷×とが1ラインごとに交互に配置されることになる。以降、ラインシフト期間に移行して垂直転送が行われる。そして、図1において、低感度側の信号電荷×が水平転送レジスタ3に、高感度側の信号電荷○が水平転送レジスタ3および振り分け転送ゲート5を介して水平転送レジスタ4にそれぞれライン単位で移され、その後水平転送される。

【0037】続いて、フィールド読み出しの場合の偶数フィールドの動作について、図10のタイミングチャートを参照し、図1.1の動作説明図に基づいて説明する。垂直プランキング期間において、垂直転送クロックφV3、φV6が“H”レベルになると、隣り合う2画素の各々において第2層の転送電極25の下のボテンシャルが深くなるため、高感度の受光領域12bに蓄積された信号電荷が転送電極25の下に読み出される(t=t5)。このとき、垂直転送クロックφV1、φV2、φV4およびφV5が共に“L”レベルにある。

【0038】その後、垂直転送クロックφV6、φV1およびφV2が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV6が“H”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV1が垂直転送クロックφV6の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。続いて、垂直転送クロックφV2が垂直転送クロックφV1の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0039】このように、垂直転送クロックφV6、φV1およびφV2が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することで、垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV3が継続して“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV2が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点(t=t6)で、垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下に移され、よって奇数フィールドの場合と異なる組み合わせにおいて隣り合う2画素間で高感度側の信号電荷同士が混合される。

【0040】次に、垂直転送クロックφV1およびφV5が“H”レベルになると、隣り合う2画素の一方の第1層の転送電極24および他方の第3層の転送電極26の下のボテンシャルが深くなるため、低感度の受光領域

12aに蓄積された信号電荷が転送電極24、26の下に読み出される(t=t7)。このとき、垂直転送クロックφV2、φV4およびφV6が共に“L”レベルにあり、垂直転送クロックφV3が“M”レベルにある。

【0041】その後、垂直転送クロックφV5およびφV6が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV5が“H”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV6が垂直転送クロックφV5の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0042】このように、垂直転送クロックφV5およびφV6が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することにより、垂直転送クロックφV5が印加された転送電極26の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV1が継続して“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV6が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点(t=t8)で、垂直転送クロックφV5が印加された転送電極26の下から転送された信号電荷が、垂直転送クロックφV1が印加された転送電極24の下に移され、よって奇数フィールドの場合と異なる組み合わせにおいて隣り合う2画素間で低感度側の信号電荷同士が混合される。以降、ラインシフト期間に移行し、奇数フィールドの場合と同様にして垂直転送および水平転送が行われる。

【0043】次に、フレーム読み出しの場合の奇数フィールドの動作について、図12のタイミングチャートを参照し、図1.3の動作説明図に基づいて説明する。まず、垂直プランキング期間において、垂直転送クロックφV6が“H”レベルになると、垂直方向において1画素おきの第2層の転送電極25の下のボテンシャルが深くなるため、高感度の受光領域12bに蓄積された信号電荷が、1画素おきに転送電極25の下に読み出される(t=t1)。このとき、垂直転送クロックφV1～φV5が共に“L”レベルにある。

【0044】その後、垂直転送クロックφV6、φV1およびφV2が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV6が“H”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV1が垂直転送クロックφV6の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。続いて、垂直転送クロックφV2が垂直転送クロックφV1の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0045】このように、垂直転送クロックφV6、φV1およびφV2が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することにより、垂直転送クロックφV6



が印加された転送電極25の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV3が“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV2が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点($t=t_2$)で、垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下から転送された信号電荷が、垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下に移され、ここに蓄積される。

【0046】次に、垂直転送クロックφV5が“H”レベルになると、先に読み出された高感度の受光領域12bの画素の第3層の転送電極26の下のポテンシャルが深くなるため、当該画素の低感度の受光領域12aに蓄積された信号電荷が転送電極26の下に読み出される($t=t_3$)。このとき、垂直転送クロックφV1, φV2およびφV4が共に“L”レベルにあり、垂直転送クロックφV3およびφV6が共に“M”レベルにある。

【0047】また、垂直転送クロックφV5が“M”レベルになると、垂直転送クロックφV5が印加された転送電極26の下のポテンシャルおよび垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下のポテンシャルが同レベルとなるため、低感度の受光領域12aから読み出された信号電荷×は、転送電極26および転送電極25の下に蓄えられる。そして、垂直転送クロックφV5が“L”レベルになると、転送電極26の下のポテンシャルが浅くなり、低感度の受光領域12aの信号電荷×は転送電極25の下に蓄えられる($t=t_4$)。

【0048】この状態においては、垂直方向において1画素おきに読み出された高感度側の信号電荷○と低感度側の信号電荷×とが1ラインごとに交互に配置されることになる。以降、ラインシフト期間に移行して垂直転送が行われる。そして、図1において、低感度側の信号電荷×が水平転送レジスタ3に、高感度側の信号電荷○が水平転送レジスタ3および振り分け転送ゲート5を介して水平転送レジスタ4にそれぞれライン単位で移され、その後水平転送される。

【0049】次に、フレーム読み出しの場合の偶数フィールドの動作について、図14のタイミングチャートを参照し、図15の動作説明図に基づいて説明する。まず、垂直プランギング期間において、垂直転送クロックφV3が“H”レベルになると、奇数フィールドの場合と1ラインずれた画素の第2層の転送電極25の下のポテンシャルが深くなるため、高感度の受光領域12bに蓄積された信号電荷が、1画素おきに転送電極25の下に読み出される($t=t_5$)。このとき、垂直転送クロックφV1, φV2, φV4, φV5およびφV6が共に“L”レベルにある。

【0050】その後、垂直転送クロックφV3, φV4およびφV5が順に“M”レベルを経て“L”レベルに遷移する。すなわち、垂直転送クロックφV3が“H”

レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。次に、垂直転送クロックφV4が垂直転送クロックφV3の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。続いて、垂直転送クロックφV5が垂直転送クロックφV4の“M”レベルの期間内に“L”レベルから“M”レベルに遷移し、さらに一定時間後“L”レベルに遷移する。

【0051】このように、垂直転送クロックφV3, φV4およびφV5が順に“M”レベルを経由して“L”レベルに遷移することにより、垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下の信号電荷が垂直転送される。このとき、垂直転送クロックφV6が“M”レベルにあることから、垂直転送クロックφV5が“M”レベルから“L”レベルに遷移した時点($t=t_6$)で、垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下から転送された信号電荷が、垂直転送クロックφV6が印加された転送電極25の下に移され、ここに蓄積される。

【0052】次に、垂直転送クロックφV2が“H”レベルになると、先に読み出された高感度の受光領域12bの画素の第3層の転送電極26の下のポテンシャルが深くなるため、当該画素の低感度の受光領域12aに蓄積された信号電荷が転送電極26の下に読み出される($t=t_7$)。このとき、垂直転送クロックφV1, φV4およびφV5が共に“L”レベルにあり、垂直転送クロックφV3およびφV6が共に“M”レベルにある。

【0053】また、垂直転送クロックφV2が“M”レベルになると、垂直転送クロックφV2が印加された転送電極26の下のポテンシャルおよび垂直転送クロックφV3が印加された転送電極25の下のポテンシャルが同レベルとなるため、低感度の受光領域12aから読み出された信号電荷×は、転送電極26および転送電極25の下に蓄えられる。そして、垂直転送クロックφV2が“L”レベルになると、転送電極26の下のポテンシャルが浅くなり、低感度の受光領域12aの信号電荷×は転送電極25の下に蓄えられる($t=t_8$)。以降、ラインシフト期間に移行し、奇数フィールドの場合と同様にして垂直転送および水平転送が行われる。

【0054】図16は、本発明の他の実施形態を示す概略構成図であり、図中、図1と同等部分には同一符号を付して示してある。図16において、マトリクス状に2次元配置された各受光部1が感度の異なる2つの受光領域12a, 12bからなり、また各受光部1ごとに2つの受光領域12a, 12bの各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号同士を垂直転送レジスタ2-1～2-n内で混合して垂直転送するとともに、振り分け転送ゲート5によって2本の水平転送レジスタ3, 4に振り分けて別々に水平転送



するまでの構成は、先の実施形態の場合と全く同じである。

【0055】そして、以下に述べる点で先の実施形態と異なっている。すなわち、本実施形態においては、高感度の受光領域12bの信号電荷を水平転送する水平転送レジスタ7の出力端部の横にリミッタ61を設けるとともに、2つの水平転送レジスタ3、4に対して電荷検出部62およびバッファ63を共通に設けた構成となっている。電荷検出部62は、例えばフローティング・ディフュージョン・アンプ構成となっており、水平転送レジスタ3によって水平転送された低感度の受光領域12aの信号電荷と、水平転送レジスタ4によって水平転送されかつリミッタ61でクリップされた高感度の受光領域12bの信号電荷とを受け、両信号電荷を混合しつつ信号電圧に変換して出力する。

【0056】図17に、リミッタ61の具体的な構成の一例を、図16のY-Y'線断面にて示す。図17において、P型ウェル領域64の表面側に形成されたN型不純物層によって水平CCDチャネル65が形成され、その上にゲート絶縁膜66を介して水平転送電極67が配されることにより、水平転送レジスタ4の出力端部が構成されている。この水平転送レジスタ4の出力端部に隣接して、N型不純物層からなるオーバーフローバリア68とN型不純物層からなるドレイン69が設けられており、このオーバーフローバリア68およびドレイン69によってリミッタ61が構成されている。ドレイン69には、所定の直流電圧E0が印加されている。

【0057】上記構成のリミッタ61において、N型不純物層の濃度などによってオーバーフローバリア68のボテンシャルの高さが決まり、このボテンシャルの高さがクリップレベルとなる。そして、水平転送レジスタ4において、高感度の受光領域12bの信号電荷が順に転送され、リミッタ61の横のパケットに蓄積されたとき、その電荷量がクリップレベルを越えると、その越えた分の電荷がドレイン69に捨てられることで、高感度の受光領域12bの信号電荷に対してリミッタが掛けられる。なお、図17において、水平転送レジスタ4の転送方向は紙面に対して直角な方向である。

【0058】上述したように、本実施形態に係るCCD固体撮像装置では、各受光部1ごとに2つの受光領域12a、12bの各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号同士を垂直転送レジスタ2-1～2-n内で混合して垂直転送し、かつ振り分け転送ゲート5によって2つの水平転送レジスタ3、4に振り分けて別々に水平転送するとともに、高感度の受光領域12bの信号電荷についてはリミッタ61でクリップし、かかる後電荷検出部62のフローティング・ディフュージョン容量で低感度の受光領域12aの信号電荷と混合するようにしたことにより、高感度の受光領域12bの各信号電荷に対して共通のリミッタ61

でリミッタが掛けられるので、画素間の特性バラツキに起因して画像に固定パターンのムラが発生するのを抑制できる。

【0059】なお、本実施形態では、リミッタ61によって水平転送レジスタ7内で高感度の受光領域12bの信号電荷に対してリミッタをかける構成としたが、電荷検出部62内で高感度の受光領域12bの信号電荷に対してリミッタをかけることも可能である。

【0060】すなわち、2つの水平転送レジスタ3、4から電荷検出部62へ、低感度の受光領域12aの信号電荷と高感度の受光領域12bの信号電荷とを高感度側を先行させた形で交互に転送するようとする一方、電荷検出部62では、フローティング・ディフュージョン容量をリセットするリセットパルスとして、クランプレベルを含む3値レベルを設定し、そのクランプレベルにて水平転送レジスタ4から先に転送される高感度側の信号電荷をクリップし、その後水平転送レジスタ3から転送される低感度側の信号電荷と混合し、信号電圧に変換して出力するようすれば良い。

【0061】なお、上記各実施形態においては、各受光部1を感度が異なる受光領域に2分割した構成について説明したが、2分割に限定されるものではなく、感度が異なる3つ以上の受光領域に分割することも可能である。この場合、水平転送レジスタも各感度に対応した信号電荷を別々に転送する必要があることから、受光領域の分割数に対応した本数だけ必要となる。また、リミッタをかけるに当たっては、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷、若しくはそれに基づく信号に対して行うようにすれば良い。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、各受光部を感度が異なる複数の受光領域に分割し、各受光部ごとに複数の受光領域の各々から読み出された信号電荷のうち、隣り合う受光部の同じ感度の受光領域の信号電荷同士を垂直転送レジスタ内で混合して垂直転送し、かつ感度の異なる受光領域の信号電荷を複数本の水平転送レジスタで別々に水平転送するとともに、少なくとも最小感度の受光領域の信号電荷以外の信号電荷、若しくはそれに基づく信号をクリップし、他の感度の受光領域の信号電荷、若しくはそれに基づく信号とを混合若しくは加算して出力するようにしたことにより、高感度側の各信号電荷若しくはそれに基づく信号に対して共通のクランプレベルにてクランプが行われるので、各画素の飽和電荷量Qsのムラに起因する固定パターンノイズを発生することなく、ダイナミックレンジを拡大できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】受光部の構成の一例を示す概略構成図である。

【図3】垂直転送レジスタの構成の一例を示す平面バタ



ーン図である。

【図4】図3のX-X' 線断面図である。

【図5】振り分け転送ゲートの一例を示す概略構成図である。

【図6】信号処理回路の一例を示すブロック図である。

【図7】本実施形態に係る入出力特性図である。

【図8】フィールド読み出しにおける奇数フィールドのタイミングチャートである。

【図9】フィールド読み出しにおける奇数フィールドの動作説明図である。

【図10】フィールド読み出しにおける偶数フィールドのタイミングチャートである。

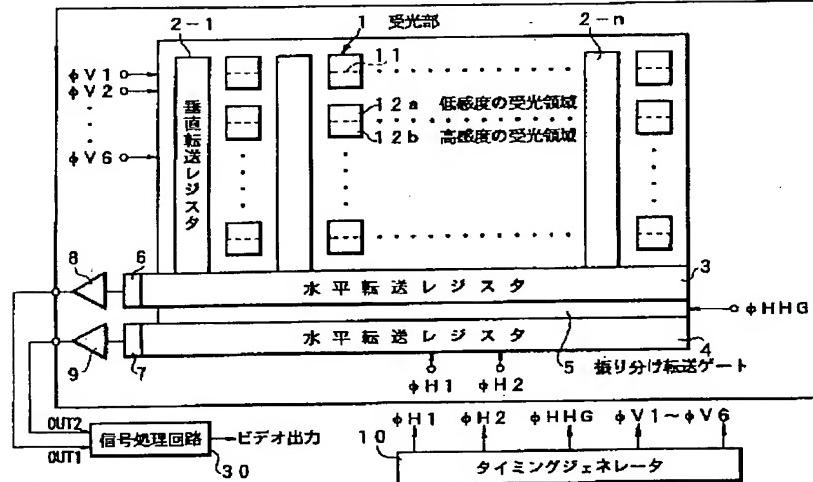
【図11】フィールド読み出しにおける偶数フィールドの動作説明図である。

【図12】フレーム読み出しにおける奇数フィールドのタイミングチャートである。

【図13】フレーム読み出しにおける奇数フィールドの動作説明図である。

【図1.4】フレーム読み出しにおける偶数フィールドの

〔図1〕



本発明の一実施形態を示す概略構成図

【四】

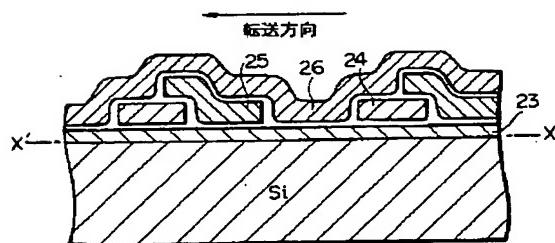


図3のX-X' 線断面図

タイミングチャートである。

【図15】フレーム読み出しにおける偶数フィールドの動作説明図である。

【図16】本発明の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図17】リミッタの構成の一例を示す断面図（図16のY-Y'線断面図）である。

〔図18〕従来例を示す概略構成図である。

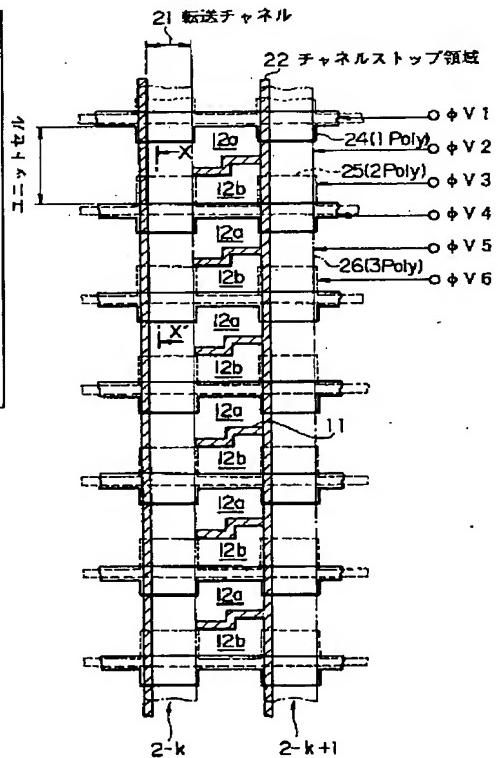
【図19】折れ線近似の入出力特性図である。

【図20】オフセットが生じたときの入出力特性図である。

【符号の説明】

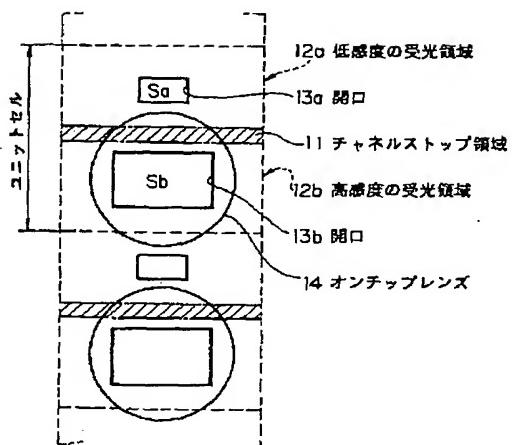
1 受光部(画素)	2-1~2-n	垂直転送レジスタ
3, 4 水平転送レジスタ	5	振り分け転送ゲート
6, 7 電荷検出部	10	タイミングジェネレータ
11 チャネルストップ領域 領域	12a	低感度の受光
12b 高感度の受光領域	21	転送チャネル
24, 25, 26 転送電極	30	信号処理回路

[図3]



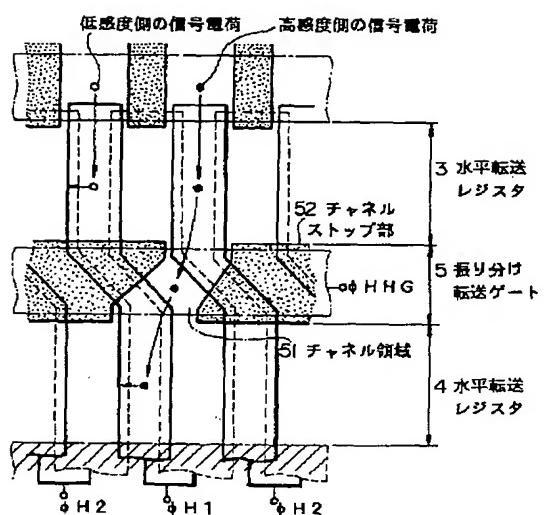
垂直転送レジスタの一例を示す平面パターン図

【図2】



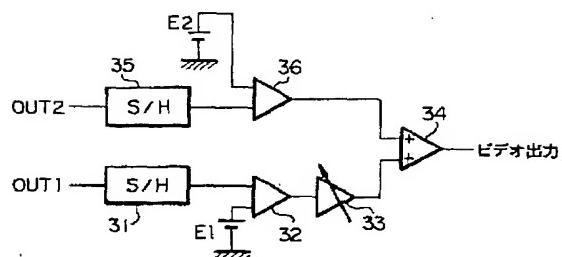
受光部の一例を示す概略構成図

【図5】



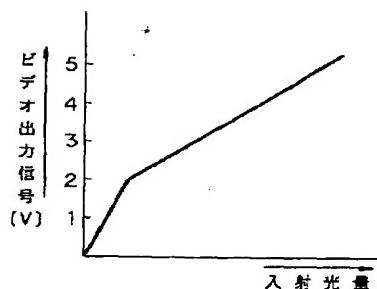
振り分け転送ゲートの概略構成図

【図6】



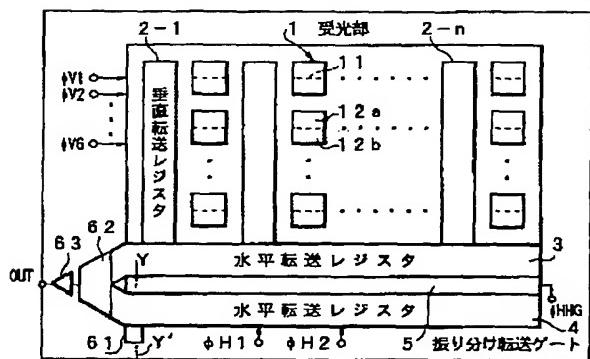
信号処理回路の一例のブロック図

【図7】



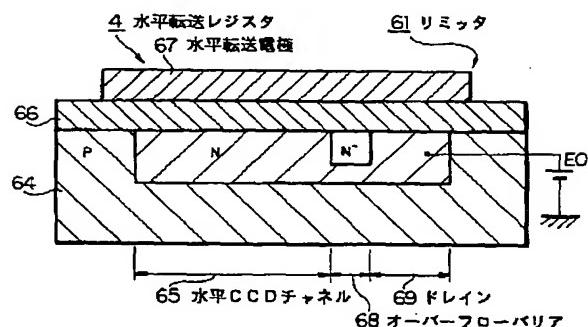
本実施形態に係る入出力特性図

【図16】



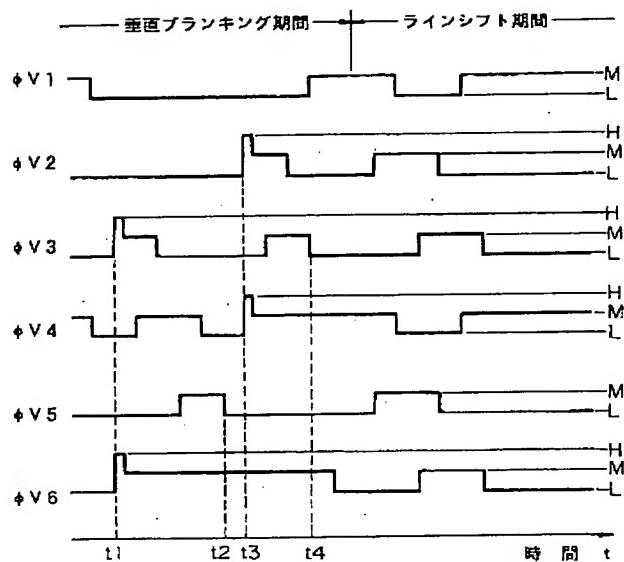
本発明の他の実施形態を示す概略構成図

【図17】



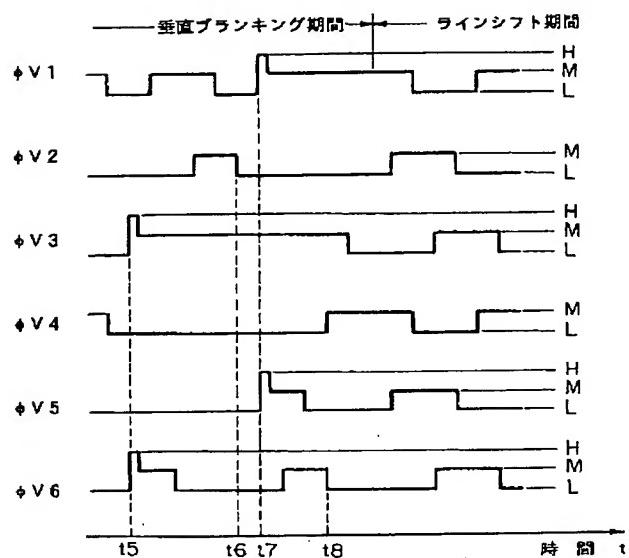
リミッタの構成の一例を示す断面図

【図8】



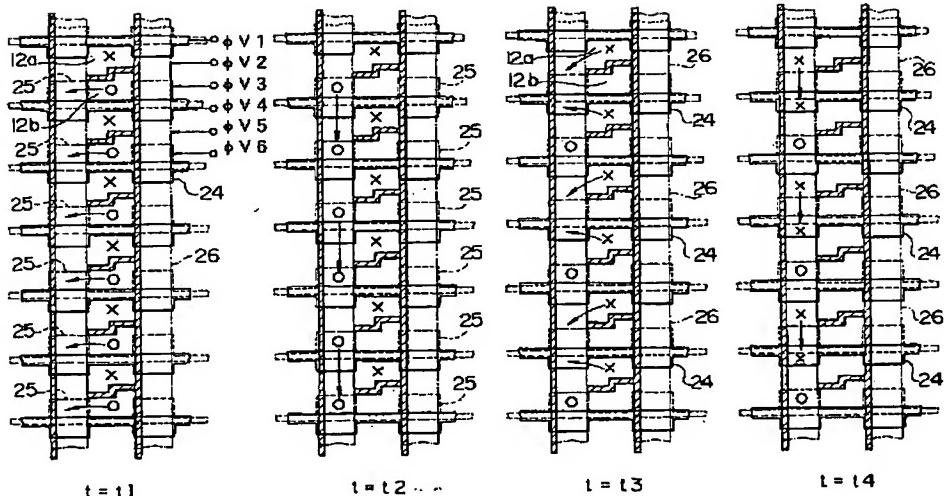
フィールド読み出しにおける奇数フィールドのタイミングチャート

【図10】



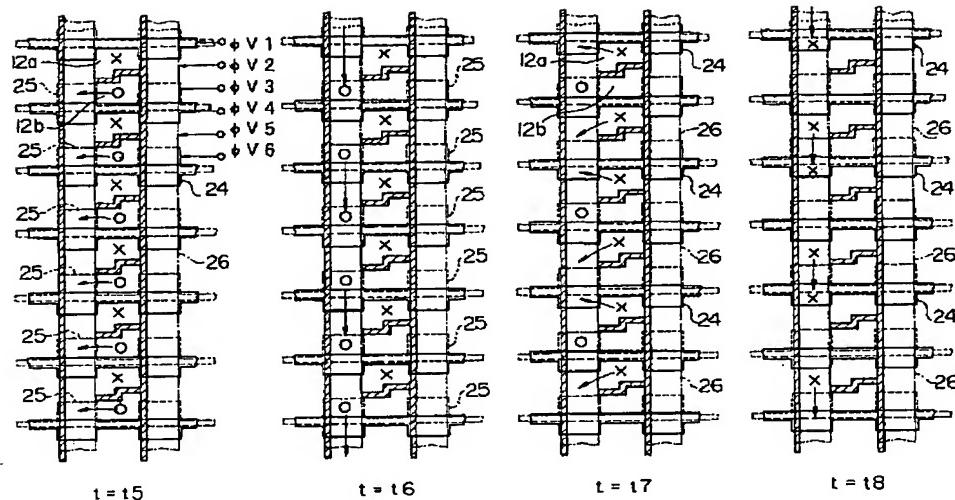
フィールド読み出しにおける偶数フィールドのタイミングチャート

【図9】



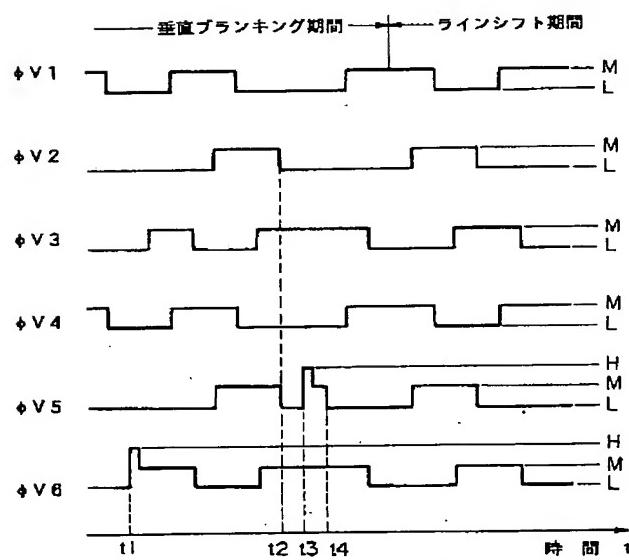
フィールド読み出しにおける奇数フィールドの動作説明図

【図11】



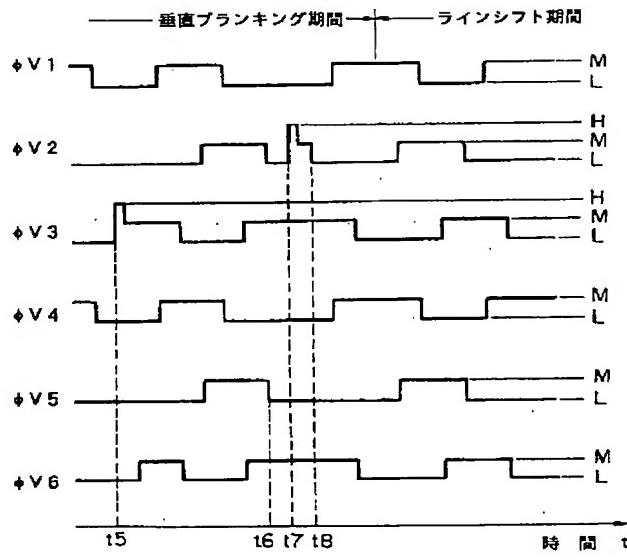
フィールド読み出しにおける偶数フィールドの動作説明図

【図12】



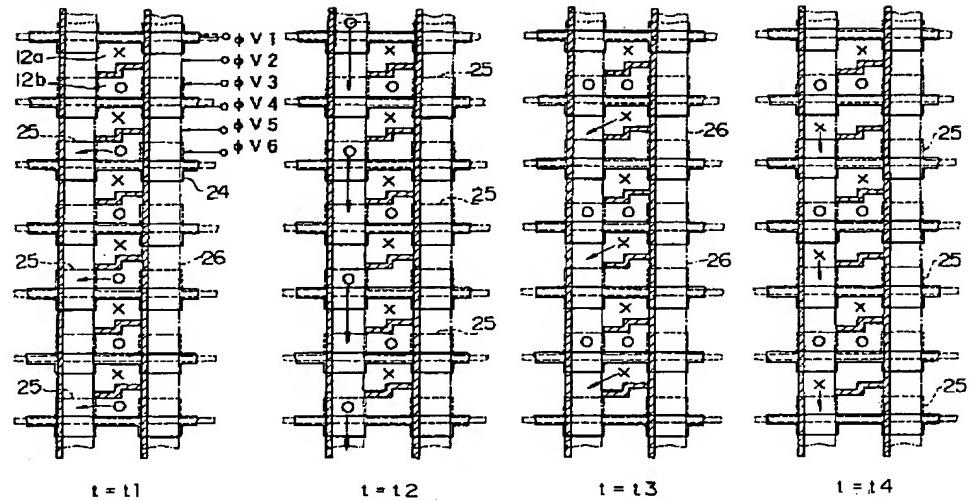
フレーム読み出しにおける奇数フィールドのタイミングチャート

【図14】



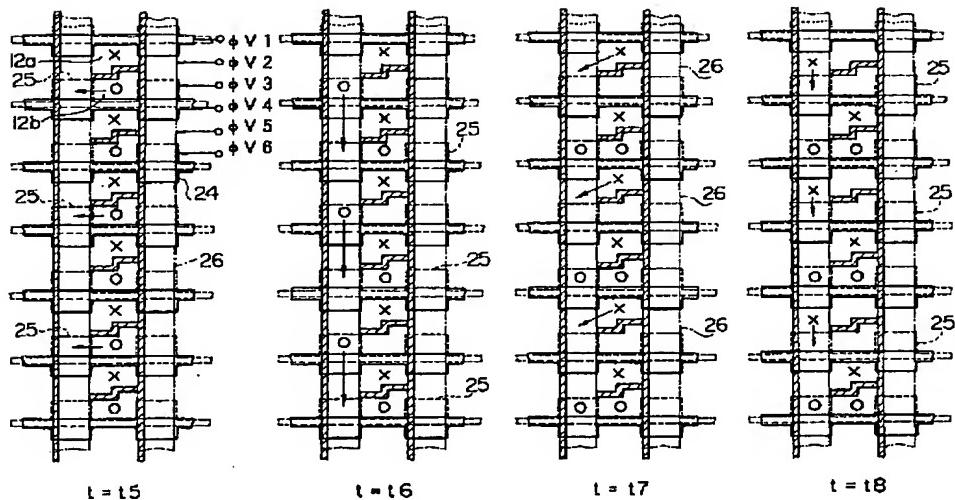
フレーム読み出しにおける偶数フィールドのタイミングチャート

【図13】



フレーム読み出しにおける奇数フィールドの動作説明図

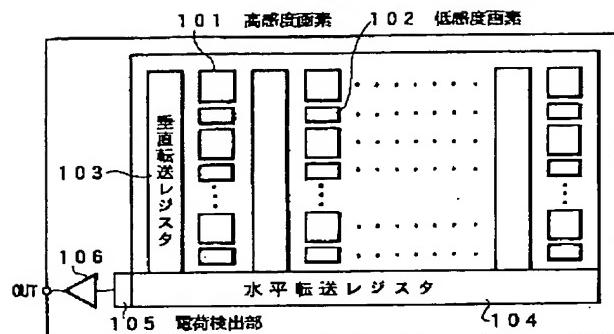
【図15】



フレーム読み出しにおける偶数フィールドの動作説明図

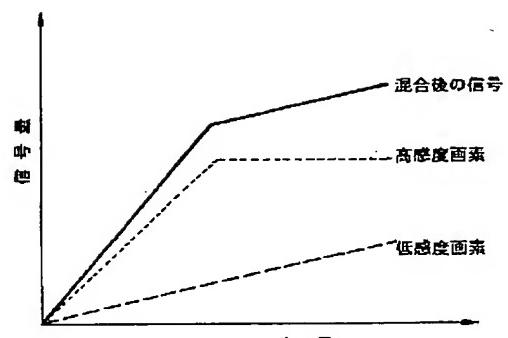


【図18】



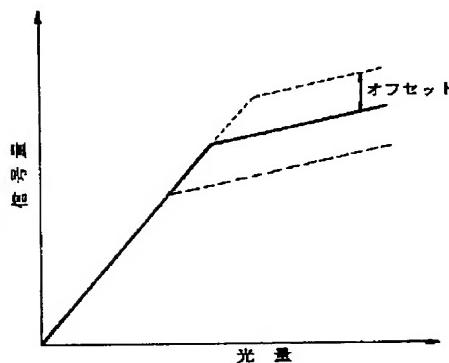
従来例を示す概略構成図

【図19】



折れ線近似の入出力特性図

【図20】



オフセットが生じたときの入出力特性図